

PAT-NO: JP361194870A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 61194870 A
TITLE: SOLID-STATE IMAGE PICK-UP DEVICE
PUBN-DATE: August 29, 1986

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
MIWATA, KAZUO

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME
NEC CORP
COUNTRY
N/A

APPL-NO: JP60035789
APPL-DATE: February 25, 1985

INT-CL (IPC): H01L027/14, H04N001/04 , H04N005/335
US-CL-CURRENT: 257/225, 257/237 , 257/E27.154

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce TON time without producing an after-image and to perform image pick-up operation without stopping a clock by a method wherein an electric field which pushes the electric charge in the direction of the charge transfer element is formed within the charge storage section.

CONSTITUTION: An electric field-formation means which forms the electric field that pushes the charge in the direction of the charge transfer element 5 is provided within a charge storage section 3 and a transfer gate 4 of a

BEST AVAILABLE COPY

solid-state image pick-up device. This charge-formation means is formed with the fact that the channel width W of the N-type diffusion layer 12 in the charge storage section under the storage gate electrode 3 differs from the width W_1 adjacent to a photo-electric conversion element and the width W_2 adjacent to a transfer gate 4, and the channel width is gradually widened in the direction of the charge transfer element. According to this fact, an electric field that pushes the charge in the direction of the charge transfer element 5 is present within the charge storage section 3, and the high level is applied to ϕ_{TG} so that the transfer speed at the time when the signal charge is fed from the charge storage section 3 to the charge transfer element 5 is faster than that in the case of the heat diffusion because of the transfer conducted by the electric field.

COPYRIGHT: (C)1986, JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-194870

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)8月29日

H 01 L 27/14
H 04 N 1/04
5/335

1 0 3

7525-5F
8220-5C
8420-5C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 固体撮像装置

⑯ 特 願 昭60-35789

⑰ 出 願 昭60(1985)2月25日

⑱ 発 明 者 三 輪 田 和 雄 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

固体撮像装置

2. 特許請求の範囲

(1) 多数個の光電変換素子からなる感知部と、前記光電変換素子で発生する信号電荷を蓄積しこの光電変換素子に隣接して設けられた電荷蓄積部と、この電荷蓄積部に蓄積された信号電荷を信号読み出し用の電荷転送素子に転送する転送ゲート部とを備えた固体撮像装置において、前記電荷蓄積部内および前記転送ゲート部内に前記電荷転送素子方向へ電荷を押しやる電界を形成する電界形成手段を具備することを特徴とする固体撮像装置。

(2) 電界形成手段が電荷蓄積部と光電変換素子との接する幅を前記電荷蓄積部と転送ゲートとの接する幅より短かくして形成される特許請求の範囲第1項に記載の固体撮像装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は半導体基板上の複数の光電変換素子およびこれら各素子で発生した信号を読出す電荷転送素子からなる固体撮像装置に関するものである。

(従来技術と問題点)

第4図は従来の固体撮像装置の一例の要部を示す模式的平面図で、光電変換部(2)、電荷蓄積部(3)、電荷転送部(5)から成っている。第5図(a)は第1図のA-A間の断面を模式的に示す断面図、第5図(b)~(e)は第5図(a)の各部分のポテンシャルを示す図、第6図は第4図の動作を示すタイミングチャートである。図中、1はP型半導体基板、2はN型拡散層、3は蓄積部ゲート電極、4は転送ゲート、5は電荷転送素子群、6は光シールド用金属膜、7はP型インプラ層である。

P型半導体基板1上に形成されたN型拡散層2からなる光電変換素子部で発生した信号電荷 Q_s は、一定電圧 V_{at} が加えられている蓄積ゲート3の下に形成されるポテンシャル井戸に蓄積される。

この蓄積されている状態が、第6図の時刻 t_1 に対応して第5図(b)に示される。

次に時刻 t_2 に第5図(c)のように、ゲート信号 ϕ_{T0} がハイ(High)レベルとなり、転送ゲート4下のポテンシャルが深くなり、蓄積ゲート4下に蓄積されていた信号電荷 Q_s は転送ゲート4の下を通過し、Highレベルが印加されている電荷転送素子5の転送ゲート ϕ_1, ϕ_2 下に形成されるポテンシャル井戸に流入する。(第5図(d))。

さらに時刻 t_3 には、第5図(e)のように ϕ_{T0} がロー(Low)レベルとなり、蓄積ゲート3から電荷の流入が停止する。その後 $\phi_1 \sim \phi_4$ に第6図に示すタイミングでクロックを印加することにより、流入した信号電荷が順次転送されて行く。

このようにして光電変換素子(2)で発生した信号電荷が電荷転送素子5へ送られて行くが、従来技術では蓄積ゲート3から電荷転送素子5への電荷転送時に次に述べる問題点が存在していた。

それは第6図において、 ϕ_{T0} がONとなっている時間 T_{ON} が短くなると、残像が増加すること

である。すなわち、第5図(d)に示すように、 T_{ON} の期間 $t_1 \sim t_3$ 内に信号電荷 Q_s がすべて電荷転送素子5に送られるのではなく、ある残留電荷 $4Q$ が時刻 t_3 において残っているためである。

この残留電荷の電荷量 $4Q$ が存在するのは、信号が蓄積電極3の下より流出するスピードが有限であり、しかも転送されるべき電荷量が少なくなると、電荷の転送は熱拡散によるものが支配的となり、その電荷流出の時定数 τ_{TH} は次のように表わせる。

$$\tau_{TH} = \frac{4L^2}{\pi^2 D} \quad \dots\dots(1)$$

ここで、 D は電荷の拡散係数、 L は電荷を流出する蓄積電極3の長さである。なお、この式については近代科学社刊行の図書「電荷転送デバイス CCD, BBDの基礎と応用」の73頁に述べられている。

この(1)式に具体的数値($D = 6.75 \text{ cm}^2/\text{sec}$, $L = 50 \mu\text{m}$)を代入すれば、時定数 $\tau \approx 1.5 \mu\text{sec}$ と大きな値であることがわかる。

このように蓄積ゲート3の下部から電荷を流出させるためには μsec オーダーの時間が必要となり、電荷転送素子5を高速駆動する場合には第6図に示すように、 ϕ_{T0} がONの期間 T_{ON} においては一度 $\phi_1 \sim \phi_4$ クロックを停止させなければならなかった。つまり、残像の原因となる残留電荷 $4Q$ を残すことなく信号電荷のすべてを電荷転送素子5へ流出させるには、電荷転送素子のクロックを一度停止させねばならず、その駆動回路を複雑なものにしていた。またこのクロックの一時停止が電荷転送素子の暗電流の増加を招き特性劣化を生じていた。

(発明の目的)

本発明の目的は、このような問題を解決し、残像を起すことなく、 T_{ON} 時間を減少させ、クロックを停止させることなく撮像動作を行わせた固体撮像装置を提供することにある。

(発明の構成)

本発明の構成は、多数個の光電変換素子からなる光感知部と、前記光電変換素子で発生する信号

電荷を蓄積しこの光電変換素子に隣接して設けられた電荷蓄積部と、この電荷蓄積部に蓄積された信号電荷を信号読み出し用の電荷転送素子5に転送する転送ゲート部とを備えた固体撮像装置において、前記電荷蓄積部内および前記転送ゲート部内に前記電荷転送素子5方向へ電荷を押しやる電界を形成する電界形成手段を具備することを特徴とする。

(実施例)

次に本発明を図面により詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例を模式的に示す平面図、第2図(a), (b)は第1図のBB'断面図およびそのポテンシャル図である。本実施例が、第4図の従来例と異なる点は、蓄積ゲート電極3の下の電荷蓄積部のN型拡散層12のチャネル幅 W が光電変換素子5に隣接する幅 W_1 と転送ゲート4に隣接する幅 W_2 とが異なり、電荷転送素子5方向に向けてチャネル幅が広がっていることにある。このようにチャネル幅 W が異なると同一ゲート電圧を加えてもそのゲート下に形成されるチャネル電位

は異なったものになる。この現象は一般にナローチャネル効果として公知の事実である。

このナローチャネル効果によると、具体的には第3図の特性図に示すように、幅 W が $10\mu\text{m}$ と $5\mu\text{m}$ とでは同一ゲート電圧 $V_{gt}=4.0\text{V}$ においても 0.5V のポテンシャル差が存在する。

従って、第1図の幅 $W_1=5\mu\text{m}$, $W_2=10\mu\text{m}$ とすると、電荷蓄積部内において、そのチャネルポテンシャルは光電変換素子近辺と、電荷転送素子近辺とは 0.5V の差が存在することになる。

このチャネルポテンシャル差の存在によって、本実施例における各部のチャネルポテンシャルは、第2図(a)のB-B'間の断面図に対応して第2図(b)のポテンシャル図のように示される。この図からわかるように、電荷蓄積部(3)内において、電荷転送素子5方向へ電荷を押しやる電界が存在している。このような電荷の存在によって ϕ_{rg} にHighレベルが印加され、電荷蓄積部3から電荷転送素子5へ信号電荷が送られる時の転送速度が、電界による移動となるため、熱拡散による場合よりも

大きい速度となる。具体的数値としては、電荷の移動度 $\mu=600\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 、蓄積部の長さ $L=50\mu\text{m}$ 、その蓄積部内でのチャネル電位差 $\phi_v=1\text{V}$ とすると、信号電荷が $W=W_1$ 近辺より $W=W_2$ 近辺まで移動するのに必要な時間 τ_B は次式のようになる。

$$\tau_B \approx \frac{L}{\mu \cdot \frac{\phi_v}{L}} \approx 82 \text{ (nsec)} \quad \dots\dots(2)$$

すなわち、前述の熱拡散のみの場合に比べて移動時間が非常に小さくなっている。

このように、本実施例によれば、電荷蓄積部3から電荷転送素子5への信号電荷の流出速度を非常に速めることができるので、残像を起こすことなくクロックを停止させることなく、高速動作する固体撮像装置が実現できる。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば、電荷蓄積部内に電荷転送素子方向へ電荷を押しやる電界を形成することにより、電荷蓄積部から電荷転送

部への電荷流出速度を上げることが出来るので、転送ゲートがONしている時間を短くしても残像が起きず、高速動作時でも電荷転送素子の駆動クロック τ を一時停止させる必要がなく高速動作の可能な固体撮像装置を実現できる。

なお、本実施例で説明した電界は、電荷蓄積部内のみならず、転送ゲート部内に存在してもよいことはいうまでもない。また、本実施例では半導体基板をP型とし、信号電荷を電子として説明したが、導電型の極性を逆にし、信号電荷を正孔として電位の正負を逆にすれば、N型半導体基板でもよい。

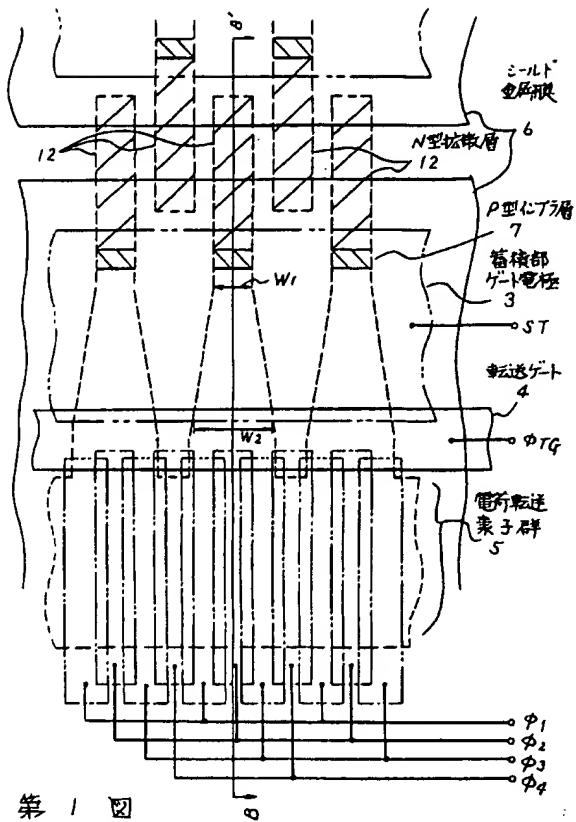
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を模式的に示した平面図、第2図(a), (b)は第1図のB-B'断面図およびそのチャネルポテンシャル図、第3図は第1図ナローチャネル効果を示すポテンシャル図、第4図は従来の固体撮像装置の一例の要部を示す模式的平面図、第5図(a)は第4図A-A'間の断面を

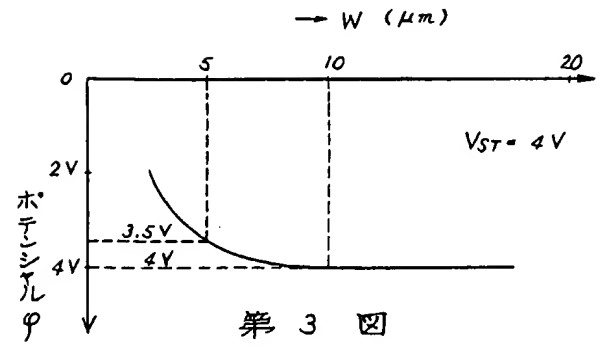
模式的に示す図、第5図(b)~(e)は第5図(a)各部のチャネルポテンシャル図、第6図の固体撮像装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

図において、1……P型半導体基板、2, 12……N型拡散層、3……蓄積部ゲート電極、4……転送ゲート、5……電荷転送素子部、6……光シールド用金属膜、7……P型インプラ層である。

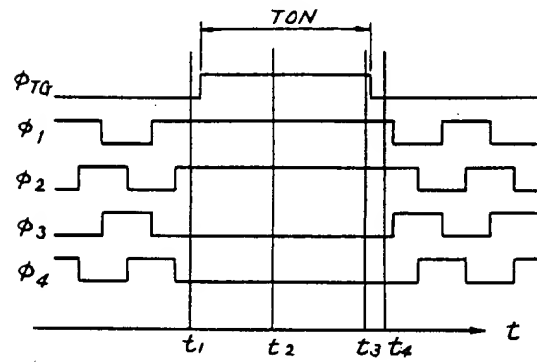
代理人 弁理士 内 原 晋



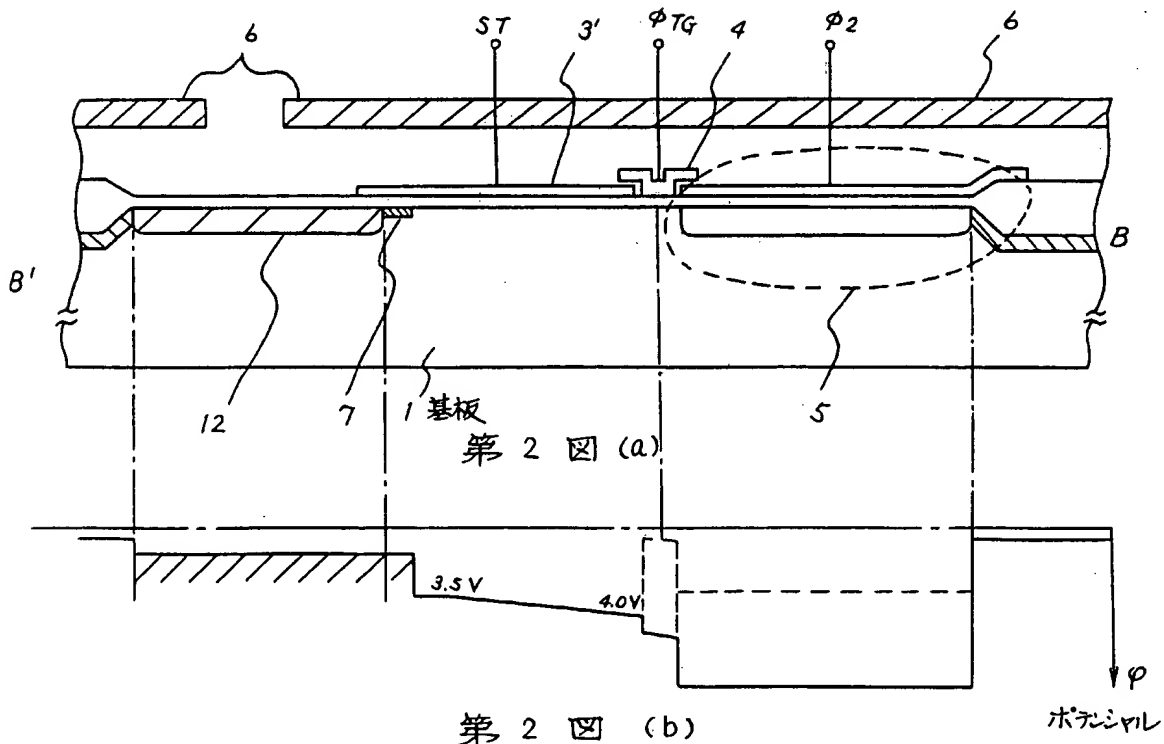
第 1 図



第 3 図



第 6 図



第 2 図 (a)

第 2 図 (b)

